N° 406

LES ORGANISMES

A TRAVERS LES ÉPOQUES GÉOLOGIQUES

LEUR IMPORTANCE DANS LA SÉDIMENTATION

SYNTHÈSE

PRÉSENTÉE A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE MONTPELLIER

le 3 juin 1887

PAR

Louis LOSTE

Né à Toulon (Var)

PHARMACIEN DE LA MARINE

Pour obtenir le grade de Pharmacien de 1re classe

MONTPELLIER

IMPRIMERIE CRISTIN, SERRE ET RICOME, RUE VIEILLE-INTENDANCE, 5

SERRE ET RICOME, SUCCESSEURS

1887

École Supérieure de Pharmacie de Montpellier.

PROFESSEURS

MM. J.E. DIACON (I. P. ✪), DIRECTEUR *Chimie générale.*

J.-E. PLANCHON ✲ ✠✠ (I. P.) *Histoire naturelle des médicaments. Botanique.*

F. JEANJEAN (I. P.)..... *Chimie analytique et Toxicologie.*

L. SOUBEIRAN ✠✠✠✠..... *Pharmacie.*

A. IMBERT..... *Physique.*

COURS COMPLÉMENTAIRES ET AUXILIAIRES

MM. MASSOL, chargé du cours..... *Minéralogie et Hydrologie.*

COURCHET, chargé du cours... *Matière médicale.*

GAY, Agrégé ..... *Pharmacie Galénique.*

MALOSSE, Agrégé ..... *Chimie minérale.*

AGRÉGÉS

MM. Th. MALOSSE ✠ (A. ✪).

G. MASSOL.

L. COURCHET.

F. GAY.

Secrétaire: H. GOT

Secrétaire honoraire: F.-J. BLAISE (A. ✪).

NOTA.— L'Ecole de pharmacie n'accepte la responsabilité d'aucune des opinions émises par les candidats, dans les Thèses ou Synthèses qui lui sont présentées.

A MES PARENTS

A MA FEMME

L. LOSTE.

A MES MAITRES

A MES AMIS

L. LOSTE.

Le modeste travail que nous présentons à la sanction de nos Juges ne renferme aucun fait d'observation personnel, nous en faisons l'humble aveu. Le choix du sujet nous a été dicté par l'intérêt que nous ont paru présenter les conclusions qui découlent des récentes explorations sous-marines effectuées successivement par *le Chalenger*, *le Travailleur* et *le Talisman*.

Elles ne tendent à rien moins, en effet, qu'à prouver que la majeure partie des roches sédimentaires est due à l'intervention des organismes vivants.

Nous avons fait notre possible pour résumer dans les quelques pages qui suivent le vaste ensemble de faits que comporte le titre de notre sujet. Nous n'avons dû y parvenir que fort imparfaitement, les lacunes doivent être nombreuses, nous ne nous le dissimulons pas. Le temps et les moyens de mieux faire nous ont fait défaut. Que nos Juges tiennent compte de notre bonne volonté et qu'ils nous permettent de leur exprimer ici toute notre gratitude pour l'accueil bienveillant qu'ils nous ont fait pendant le cours de nos examens.

LES ORGANISMES

A TRAVERS LES EPOQUES GÉOLOGIQUES

LEUR IMPORTANCE DANS LA SÉDIMENTATION

INTRODUCTION

L'origine ignée de notre planète est un fait généralement accepté de nos jours par le monde savant. Ce point une fois acquis, nous voyons aisément que la vie n'a été possible sur le globe que lorsque la température de la première écorce se fut assez abaissée, par suite du rayonnement, pour permettre l'établissement à sa surface de la masse liquide, tenue jusque-là à l'état de vapeur dans l'atmosphère. Nous savons en effet que l'eau ou l'humidité sont indispensables au développement de tout organisme vivant.

Tout d'abord, en nous plaçant au moment où les conditions nécessaires se sont trouvé réalisées, nous nous trouvons en présence d'une question importante, que certes nous n'avons pas la prétention de traiter, mais sur laquelle nous dirons néanmoins quelques mots, considérant que nous ne pouvons l'éviter au début du sujet que nous avons choisi. La

solution de cette question, bien longtemps cherchée, bien souvent proposée, n'a pas entraîné encore l'approbation de la totalité des naturalistes. Voici le problème, en effet: qu'est-ce que la vie, quel est son principe, où est sa cause et comment s'est-elle manifestée d'abord?

On comprend aisément que devant un pareil obstacle soient venues se heurter avec plus ou moins de succès les intelligences les plus diverses. Que de livres écrits pour éclairer le moindre petit côté de la question! Que de controverses subtiles, que de discussions savantes, que d'attaques courtoises! Et comme cela s'est vu bien souvent dans l'histoire du progrès des idées, que de faits nouveaux, inattendus ont été définitivement acquis à la science pendant cette longue lutte, sans que pour cela le jour se soit fait pour tous sur le but poursuivi!

De nos jours encore, comme au début de la discussion, on peut distinguer, au milieu de la variété des nombreuses opinions émises, deux directions principales dans lesquelles nous rencontrons définitivement toute la foule des penseurs.

D'un côté, ceux qui, arrivés devant l'obstacle, le déclarent infranchissable ou tout au moins se trouvent sans raisons suffisantes pour passer outre. Pour eux, la matière n'a pas existé de tout temps, un architecte a été nécessaire. Ils admettent en un mot une création, et rompant brusquement avec la série des phénomènes naturels, ils s'adressent au surnaturel pour clore le débat. Devant la multiplicité des espèces, ils sont conduits à invoquer une multiplicité correspondante de créations particulières. Ces difficultés n'ont pas arrêté Linné : «*Species tot sunt diversæ, quot diversas formas ab initio creavit infinitum ens* » écrivait-il, exprimant ainsi nettement son idée fondamentale sur l'espèce. Bien plus récemment, au moment où Ch. Darwin faisait paraître ses

premier ouvrages, Agassiz, de son côté, écrivait que : chaque animal est une pensée créatrice incarnée de la divinité.

Quant à l'impulsion initiale, c'est le créateur qui l'a donnée, disent-ils encore; ce qui les oblige immédiatement à expliquer comment un agent immatériel peut imprimer le mouvement à un corps matériel, et à réfuter ainsi le vers du poète latin : *Nullam rem e nihilo gigni divinitas unquam.* A la vérité, les adeptes de cette théorie diminuent de jour en jour. Les grands noms de Cuvier et de Linné leur conservent cependant une certaine autorité.

De l'autre côté, dans le second camp, ceux qui de déductions en déductions, s'appuyant à chaque pas sur des faits d'observation, ont abordé résolument la question. Pour eux, la matière organisée a pris naissance dès que les conditions se sont trouvé convenables, dès que son existence a été possible. La molécule inorganique, déjà formée directement par la seule réaction des corps simples, a bientôt donné naissance à la molécule organique. Celle-ci se compliquant de plus en plus, a donné l'hydrate de carbone, puis finalement le composé albuminoïde; ce dernier, complexe, instable, susceptible, en se combinant à un ou plusieurs autres composés semblables à lui-même et avec certains principes minéraux, de constituer une substance molle, transparente, très sensible aux excitations extérieures, pouvant s'accroître par le moyen de corps étrangers pris dans le milieu ambiant.

Ici se trouvait le point faible de cette nouvelle théorie; c'est contre lui que les attaques les plus acharnées ont été dirigées par les adversaires. Tout un chaos inextricable se plaçait, en effet, dans cet intervalle si mince, qui sépare la la molécule organique la plus compliquée de la molécule vivante. Il s'agissait de ménager la transition, et tant de grands esprits n'avaient pas voulu en prendre la responsabilité.

Mais, nous l'avons dit, les hommes de ce second camp ne reculaient pas, ne s'arrêtaient pas. Frappés par les phénomènes de transformation insensible des espèces dans toute la série du monde organique, appuyés sur une multitude de faits observés, tous concomitants, indéniables, ils n'ont pas voulu admettre qu'il y ait rupture, à un moment quelconque, dans cette longue chaîne jusque-là ininterrompue. Le chaînon introuvable, ils l'ont expliqué en multipliant les observations, en entassant preuves sur preuves, en établissant en un mot la transition acceptable.

Cette différence entre le monde inorganique et le monde organique, que Linné résumait dans le vieil adage si connu, ils l'ont pour ainsi dire réduite à néant, en prouvant que les phénomènes de nutrition, de respiration et de mouvement, si exclusivement réservés d'ordinaire, comme caractéristiques de la fonction organisée, se réduisent à une extension plus considérable, qu'on ne l'avait faite jusqu'à ce jour, de l'application des phénomènes physiques et chimiques auxquels obéissent d'une façon semblable, et la matière non vivante et la matière vivante. Le phénomène de la reproduction lui-même est aujourd'hui justiciable des mêmes arguments. Lamarck, Charles Lyell, Darwin Huxley et Hœckel furent les innovateurs et les principaux champions de cette seconde manière de voir. Quoi qu'il en soit, et bien que nous ne puissions nous empêcher de reconnaître la parfaite logique et l'incontestable rationalité qui étayent cette dernière opinion, en la reliant d'une manière étroite avec les phénomènes naturels seuls admissibles dans le domaine de la science, de quelque côté que soit la vérité, manquant totalement d'autorité et de données suffisantes pour prendre la moindre part à la discussion, nous nous empressons de quitter ce sujet beaucoup trop lourd pour nos forces. La voie est large, en effet, mais semée de précipices.

Considérons donc l'existence du principe de la vie comme un fait accompli dès les débuts de notre globe, supprimant ainsi sans nous le dissimuler, en quelques mots, le côté le plus beau, le côté philosophique du sujet que nous traitons. Plus à notre aise, nous continuerons très humblement, en restant dans notre sphère.

Le principe de la vie étant, comment a-t-il évolué? comment a-t-il pu produire des résultats sensibles? L'intervention d'une cause étrangère est ici nécessaire. On la place généralement dans la lumière solaire.

Les organismes de tous les temps, en effet, s'expliquent par l'application des principes qui régissent les fonctions des organiques vivants. Les lois de nutrition et de conservation de la vie ont toujours dû être les mêmes. Dans certaines limites, il est possible que les changements, dans les circonstances physiques extérieures, aient pu réagir sur les corps organisés, mais nous ne pouvons concevoir que ces circonstances aient été jusqu'à changer les fonctions des organes, jusqu'à les intervertir par exemple, jusqu'à les soumettre, en un mot, à d'autres lois physiologiques que celles que nous connaissons. En considérant une après l'autre les myriades de formes que la fossilisation nous a conservées, nous n'en trouvons aucune qui puisse nous faire craindre de faire fausse route, en pensant ainsi.

Or, tous les jours, nous pouvons vérifier de quelle manière a pu subsister, croître, se modifier la première molécule vivante, la première masse protoplasmique. Nous voyons, en effet, les animaux carnassiers, terrestres et aquatiques, se nourrir d'animaux herbivores, vivant dans les mêmes milieux. Les herbivores, à leur tour, se nourrissent de végétaux; à leur tour, les végétaux, indépendamment des conditions de chaleur et d'humidité, ne peuvent subsister par eux-mêmes sans le secours de la lumière solaire. Celle-ci leur donne le pouvoir de décomposer l'acide carbonique de l'air,

car, sans la lumière solaire pas de chlorophylle. Hâtons-nous cependant de faire une réserve pour les végétaux parasites qui absorbent, en nature, les matériaux nécessaires à leur alimentation. Enfin, en tenant compte même de cette dernière observation, nous nous trouvons en face de deux masses de protoplasma : l'une, à granules chlorophylliens et verte ; l'autre, sans granules et blanche. Laquelle des deux a existé la première ? On a souvent donné la priorité au protoplasma chlorophyllien, considérant que seul il est capable de se nourrir directement par la seule absorption de matériaux inorganiques; mais cette manière de voir a été contestée, le protoplasma incolore jouissant de la propriété de fabriquer des principes albuminoïdes avec des azotates minéraux et des matières ternaires. Le protoplasma incolore peut donc tout aussi bien avoir paru le premier; placé dans certaines conditions, il a donné le protoplasma coloré, tandis qu'il n'a pas varié quand il a été soustrait à ces mêmes influences. Malgré cette différence de couleur, les deux variétés restent aussi identiques que possible, en tant que masses protoplasmiques proprement dites. L'acide carbonique étant décomposé au sein du végétal, celui-ci fixe le carbone dans ses tissus et laisse dégager l'oxygène dans l'atmosphère. Cet oxygène, absorbé par les animaux dans le phénomène de la respiration, leur fournira, en oxydant leurs principes constituants, le calorique nécessaire à l'entretien de leurs mouvements. Ils dégagent de l'acide carbonique à leur tour. Ainsi, l'élément végétal le plus simple en organisation, celui qui pouvait s'accommoder de conditions relativement inférieures, a paru le premier sur le globe. C'est lui qui opérera l'élaboration des éléments qui doivent permettre et entretenir la vie de l'élément animal.

En résumé, le règne animal transforme la matière organique préparée par le règne végétal, dépensant par suite la

force que celui-ci avait accumulée. Telle est cette loi de solidarité harmonique, sans laquelle le développement exclusif de l'un ou de l'autre règne n'aurait pu subsister longtemps, sans rendre l'atmosphère irrespirable pour les animaux, ou insuffisante pour les végétaux.

Reportons notre pensée au moment où les eaux du premier Océan se maintenaient à la surface du globe à une température voisine de l'ébullition. Dans un milieu si riche en principes actifs, résultant de la condensation et de la dissolution des éléments volatils, les actions chimiques durent s'exercer avec une puissance remarquable. Leur intensité, ainsi que la haute température du milieu, étaient certainement peu favorables au développement de la vie. La première écorce, peu épaisse, mal assise pour ainsi dire, fut souvent bouleversée à cette époque ; les mouvements du sol étaient fréquents. Çà et là des roches, des îlots émergèrent qui furent décomposés, altérés sous les chocs répétés des vagues, fournissant ainsi les matériaux d'une première sédimentation mécanique.

Cependant, les effets de la dynamique interne deviennent moins intenses, la première croûte, suffisamment consolidée, promet une période de repos relatif, une sorte d'équilibre momentané s'établit ; de son côté, la température s'abaisse. C'est à ce moment que les conditions de la vie se faisant meilleures, celle-ci put se manifester dès que sa persistance fut assurée. Ici, pas d'impulsion initiale, pas de création, mais une transition ménagée, un passage insensible de la matière organique à l'être organisé, par suite de la propriété que possède la matière de se compliquer, de s'individualiser toutes les fois que les conditions nécessaires à ses transformations successives se trouvent réalisées.

Les premiers végétaux, les premiers animaux apparurent ; ils étaient tous aquatiques et marins.

En même temps les matériaux de la sédimentation arrachés, transportés, se déposent dans les dépressions. Sur la première écorce une couche sédimentaire vient bientôt s'appuyer, renfermant dans son sein les restes des premières générations organisées. Les phénomènes de sédimentation se sont continués sans interruption générale jusqu'à nos jours ; il en est résulté cette série de dépôts étagés, dont l'ensemble constitue la croûte terrestre entière. En géologie, les divisions du temps en unités et fractions de diverses valeurs, correspondent à chacun de ces étages successifs. Un premier résultat fut l'établissement d'une classification où la présence des restes végétaux et animaux dans les divers sédiments, a été prise en considération d'une façon toute particulière. Si les phénomènes d'ordre physique et chimique ont, à la vérité, imprimé aux roches des traces qui souvent ont suffi pour les rapporter à telle période déterminée, les vestiges organiques que ces mêmes roches renferment, ont toujours fourni des renseignements certains, et bien des fois servi à écarter toute hésitation en la matière.

Dès 1780, l'abbé Giraud Soulavie, un français, formulait le double principe suivant: «*les fossiles diffèrent d'une couche à une autre suivant la place que cette couche occupe dans la profondeur du sol et sont les mêmes dans toute l'étendue de chacune d'elles.*» Comme cela se passe trop souvent en France, Giraud Soulavie ainsi que son idée sont restés ignorés de ses contemporains. Dix-huit ans se passèrent et le même principe fut retrouvé pour la seconde fois, mais alors en Angleterre. Depuis, l'idée de Soulavie a fait le tour du monde, faisant faire à la géologie, en moins d'un demi-siècle, des progrès tels qu'aucune autre science n'en avait encore enregistrés de semblables dans le même laps de temps.

La division de l'écorce terrestre en couches dont nous avons parlé plus haut, n'a rien pourtant de bien absolu. Le passage

de l'une à l'autre ne s'est pas fait brusquement, et, en général, la transition est parfaitement observée. Les couches se sont élevées peu à peu, insensiblement, et jamais les effets de la dynamique interne ou externe n'ont été assez profonds pour détruire toute analogie entr'elles. De même pour le principe de Giraud Soulavie, qu'il ne faut pas prendre à la lettre. Les fossiles peuvent différer, en effet, d'une couche à une autre, mais, si les formes disparaissent dans une certaine mesure, les espèces se continuent en se modifiant, en se transformant, en évoluant en un mot. Il ne faut donc voir dans la division en terrains distincts que des jalons, des points de repère que le géologue a placés le long de la grande période qui commence à l'apparition de la première écorce et finit avec les alluvions modernes, pour en marquer les traits principaux et en faciliter l'étude.

Nous avons divisé notre sujet en deux chapitres.

Dans le premier, nous passerons en revue les différentes époques géologiques jusqu'à nos jours, en indiquant d'une manière succincte les principales espèces végétales et animales qu'on y rencontre.

Dans le second, nous étudierons spécialement les animaux et les végétaux, au point de vue du rôle qu'ils ont joué dans l'édification des terrains de sédiment.

Nous suivrons la classification qui divise les temps géologiques en périodes Azoïque, Paléozoïque, Mésozoïque, Néozoïque et Contemporaine.

La période Azoïque ne présente, son nom seul l'indique, aucun intérêt pour notre sujet. Elle correspond à l'époque où la violence des agents mécaniques, physiques et chimiques s'opposaient, d'une manière absolue, à toute manifestation vitale. Nous laisserons donc cette période de côté et nous commencerons notre étude avec la suivante.

La période Paléozoïque, déjà fort importante, nous montrera des types organiques biens différents de ceux de nos jours.

La période Mésozoïque nous signalera l'apparition des précurseurs du monde organique actuel.

La période Néozoïque ne renferme, pour ainsi dire, que des types modernes ; elle est l'ère des mammifères et voit apparaître l'homme.

PREMIÈRE PARTIE

Période Paléozoïque. — Cette période, dont le début assiste à la première manifestation de la vie sur la terre, s'étend jusqu'au moment où l'épuration de l'atmosphère rendit la surface du globe habitable pour les animaux à respiration aérienne.

On la divise en plusieurs étages importants, dont l'ensemble constitue une épaisseur représentant environ les deux tiers de la croûte terrestre. Ce sont: le Laurentien, le Silurien, le Dévonien, le Carbonifère et le Permien. A l'exemple de quelques auteurs, nous considérerons le Cambrien, dont on fait quelquefois un étage à part, comme représenté dans sa partie inférieure par le Laurentien supérieur, et dans ses couches supérieures par le Silurien inférieur.

Laurentien. — En 1859, Dawson, puis Carpenter, faisaient connaître sous le nom d'*Eozoon Canadense*, un foraminifère découvert par Logan dans les lits calcaires du Laurentien inférieur au Canada.

Bientôt Gümbel annonçait la découverte de l'*Eozoon bavaricum* dans les calcaires primitifs de la Bavière et retrouvait le même fossile dans les marbres serpentineux de la Finlande, de la Saxe, de la Sibérie et de la Hongrie. De son côté Hochstetter signalait en Bohême un *Eozoon bohemicum*, et Garrigou interprétait dans le même sens les apparences offertes par un calcaire serpentineux des Pyrénées.

Tous ces *Eozoon* présentent, sous le microscope, une structure tout-à-fait comparable à celle des animaux les plus inférieurs. Ils ne sont point accompagnés d'autres restes organiques bien déterminés.

Cependant, des doutes sérieux furent formulés par des hommes compétents sur la véritable origine organique de l'*Eozoon*. MM. King et Rownay ne virent dans cet être encore problématique autre chose que le résultat de perforations et de fissures produites par des actions purement physiques. Ces auteurs ont retrouvé exactement la même structure dans une ophicalcite moderne de l'île de Skye. Enfin, de l'aveu des paléontologistes les plus compétents, et à la suite de l'étude minutieuse à laquelle s'est livrée M. Möbius, l'*Eozoon* a dû descendre au rang d'un simple accident minéralogique, susceptible de se produire dans tous les mélanges intimes de la Calcite avec la Serpentine ou le Pyroxène. Cette dernière opinion n'est pas absolue, bien entendu, car d'après certains auteurs non moins dignes de foi, la nature animale de l'*Eozoon* est indiscutable. Mieux vaut croire que de part et d'autre les preuves sont encore insuffisantes.

Par ailleurs, en 1865, M. Angelo Sismonda adressait à l'Académie des sciences de Paris une note sur une empreinte végétale fossile trouvée dans un fragment de gneiss tiré d'un bloc erratique de la Valteline. Tout d'abord, on crut à une formation dendritique. Brongniart caractérisa un *Equisetum* voisin de l'*Equisetum infundibuliforme* du terrain houiller.

Néanmoins, on a prétendu qu'il n'y a pas grand avantage à tirer de l'existence de ce nouveau fossile, l'*Equisetum Sismondæ* ne pouvant être rapporté à aucun gisement certain, le bloc erratique en question pouvant très bien avoir appartenu à l'un de ces terrains d'aspect gneissique comme on en rencontre dans les sédiments métamorphiques des Alpes.

Sans que nous cherchions à donner plus de crédit aux assertions des uns qu'aux réfutations des autres, nous pouvons toutefois déduire de ce qui précède, que si l'*Eozoon Canadense*, posé comme caractéristique du terrain Laurentien, est bien réellement un fossile de nature animale, les foraminifères seraient les premiers êtres reconnus mais non les premiers apparus. Ils ne pouvaient subsister en effet qu'aux dépens de matières organiques, ce qui implique l'existence d'animaux et partant de végétaux plus petits. De même, pour l'*Equisetum Sismondæ* qui appartient à une des familles les plus élevées des Cryptogames, il semble naturel de penser que des végétaux d'organisation plus simple, tels que: les mousses, les algues, les champignons existaient en grand nombre, bien qu'ils n'aient pu nous parvenir par la fossilisation.

Silurien. — Dans cet étage où la sédimentation s'effectue avec une activité remarquable, nous voyons les êtres organisés prendre possession des mers sous des formes caractérisées.

Les premiers vestiges organiques sont fournis par un petit nombre de genres, *Arénicolites*, *Oldhamia*, *Néreites*, etc., qui paraissent se rapporter à des Annélides. On a décrit en outre sous le nom de *Fucoïdes* et d'*Eophyton*, des sortes d'empreintes assez semblables à celles que produiraient certaines algues sur une vase molle.

Mais voici des traces plus nettes, des fossiles complets. Ce sont des foraminifères, des polypiers, des echinodermes, des mollusques. Presque aussitôt arrivent les trilobites qui passent rapidement par un maximum numérique dans cet étage; des graptolithes, sorte de polypiers; des crinoïdes, des crustacés inférieurs, des serpules, enfin, des poissons ganoïdes, ceux-ci dans les couches supérieures. C'est dans le groupe

de Ludlow, en Angleterre, que fut découvert le *Pteraspis*, premier poisson fossile.

La Faune silurienne renferme plus de 10,000 espèces animales. Tout récemment, les journaux scientifiques faisaient mention de deux découvertes importantes faites dans le Silurien. C'étaient, d'une part, un scorpion fossile trouvé dans les lits de Gotland (Suède) par le professeur Lindström de Stockholm, et d'autre part, une empreinte d'aile d'insecte sur un morceau de grès silurien du Calvados, communiqué par M. Douvillé à M. Ch. Brongniart. Si l'authenticité de ces trouvailles était bien établie, l'apparition sur le globe des animaux terrestres, qu'on ne signale jusqu'ici qu'avec le carbonifère, serait, comme on le voit, reportée bien plus en arrière.

Moins importante que la Faune, la Flore silurienne se résume dans les empreintes citées plus haut. On est autorisé cependant à rapporter aux couches supérieures quelques types voisins des Lycopodiacées, auxquels on attribue les veines charbonneuses, anthracite et graphite, que l'on rencontre dans ce terrain et même dans le Laurentien du Canada.

En résumé, l'étage silurien est surtout caractérisé, dans sa partie moyenne par les trilobites, et dans sa partie supérieure par les mollusques céphalopodes à coquilles droites ou enroulées, et les premiers Brachiopodes.

Dévonien.—Dans ce terrain, nous remarquerons le premier épanouissement du type des Vertébrés. En même temps, certains groupes de Brachiopodes prendront un développement remarquable.

D'assez nombreux restes de plantes prouvent que les conditions de la vie végétale à la surface du sol s'étaient réalisées. Des Conifères voisines des Araucaria et des Crypto-

games(*Lepidodendron*,Lycopodiacées,Equisétacées,Fougères), c'est-à-dire les moins élevés des végétaux qui fleurissent et les plus élevés de ceux qui ne fleurissent pas, commencent à recouvrir les terres émergées et sans doute peu étendues encore de ces temps reculés.

Le type des Poissons prend un accroissement notable. Leur corps couvert d'écailles ou de plaques osseuses brillantes atteignait jusqu'à 8 et 10 mètres de long. Le squelette est cartilagineux ; ils sont hétérocerques.

Les Trilobites du Dévonien présentent quelques nouveaux genres, mais l'ordre tout entier perd de son importance.

Les Céphalopodes et les Brachiopodes sont toujours très importants, ces derniers s'augmentent de types nouveaux comme les Térébratules, les Productus, les Strigocéphales, les Calcéoles et les Spirifer qui, représentés par des formes à grandes ailes, sont caractéristiques de l'époque.

Les Radiaires et les Polypiers se modifient, mais sont toujours prédominants ; parmi ces derniers les Graptolithes nés pendant la période Silurienne, ont complètement disparu avec elle.

En résumé, l'allure du Dévonien, quant à la Faune, est déterminée par la tendance au perfectionnement des types du Silurien, et quant à la Flore, par l'établissement définitif des végétaux terrestres.

D'ailleurs, cette végétation quoique vigoureuse est monotone et représentée par un petit nombre d'espèces qui se répètent.

Le fait dominant de la période est donc l'apparition des surfaces continentales à peine dessinées dans le Silurien. Néanmoins, même uniformité des conditions physiques générales, pas de moyens d'existence pour les animaux supérieurs. Tout au plus a-t-on reconnu l'existence de quelques rares insectes ailés dans les couches supérieures.

Nous arrivons à la période si importante et si remarquable à qui les vastes gîsements de charbon fossile, Houille et Anthracite qu'elle renferme, ont fait donné le nom de Carbonifère.

Carbonifère. — On a divisé cet étage en deux groupes distincts : l'inférieur ou Calcaire carbonifère et le supérieur ou terrain Houiller.

Le Calcaire carbonifère nous offre des Poissons comme dans l'étage précédent. Les espèces en augmentent considérablement et leurs restes ont assez d'importance pour former de minces couches. Ce sont presque tous des Placoïdes.

Les Trilobites qui avaient déjà beaucoup décliné dans l'étage précédent, disparaissent complètement avec les dernières couches du Calcaire carbonifère.

Les Céphalopodes et les Brachiopodes règnent toujours avec des types différents ; l'*Euomphalus* avec sa coquille univalve, à cloisons non perforées, et les *Productus* caractérisent le nouvel horizon sur toutes les parties de la terre.

Les Radiaires pullulent avec les Crinoïdes et les Polypiers ; ces derniers affectant des apparences extérieures qui ont pu les faire confondre avec les genres actuels des récifs.

Dès le calcaire carbonifère ou calcaire des montagnes, comme on l'appelle aussi quelquefois, la végétation terrestre, par suite de l'extension croissante des surfaces émergées, prend un développement qu'elle n'avait pas encore eu jusque-là. Dans certains pays, on exploite des bancs de charbon de cette époque. Les espèces végétales étant les mêmes que dans l'étage houiller, nous les indiquerons dans le paragraphe suivant.

Terrain houiller. — Voici cette période si caractéristique par la prodigieuse puissance de sa flore. Rien de semblable

ne s'était encore montré ni ne se renouvellera plus désormais. Jusque-là rien de grandiose, rien de définitif; des conditions vitales déplorables, n'admettant que l'infériorité dans les organismes. Une atmosphère suffocante, viciée, incompatible avec le développement de types supérieurs respirant librement l'air en nature et au moyen de poumons.

C'est à la période houillère qu'il était réservé d'effectuer l'épuration de l'air ambiant par le simple mécanisme de son étonnante végétation. Tâche colossale qui devait fixer définitivement la direction progressive de la vie animale sur notre globe, en permettant l'apparition d'espèces plus parfaites dont le développement était dès lors assuré. Et si maintenant, nous voulons bien considérer l'influence que les produits de cette végétation étaient destinés à exercer sur l'humanité après des milliers de générations, dans notre propre siècle, où tout le mouvement industriel et la richesse des peuples civilisés repose sur l'existence du charbon, nous serons à même de comprendre combien fut grand et considérable le rôle de la période que nous examinons.

La Faune de ce terrain est à peu près constituée uniquement par des animaux terrestres; quelques Mollusques Acéphales, quelques Gastéropodes; des Crustacées amphipodes qui remplacent les trilobites disparus.

Les articulés apparaissent: ce sont des Orthoptères, des Névroptères, des Coléoptères, des Arachnides.

Les Poissons fournissent des Ganoïdes rhombifères; peu de genres, surtout des *Palœoniscus* et des *Amblypterus*.

Comme caractéristique du terrain, nous mentionnerons la première constatation des Reptiles. Ce sont d'abord des empreintes de pas d'origine incontestable, découvertes pour la première fois par le docteur King, dans l'Amérique du Nord en 1844. La même année, Hermann de Meyer annonce la découverte d'un squelette de vrai Reptile dans la houille

de Münster-Appel (Bavière Rhénane); il le désigne sous le nom d'*Apateon pedestris* et le rattache aux Salamandres. Bientôt les découvertes se succèdent et fournissent un grand nombre de fossiles dont les principaux se rapportent aux *Labyrinthodontes* et aux *Archegosaurus* qui rattachent les Batraciens aux Lézards.

La Flore est la plus riche de toutes celles qui ont précédé l'époque tertiaire. Les types se rapportent à des Acotylédones acrogènes et à des Gymnospermes ; ce sont principalement des Fougères, des Equisétacées, des Lycopodiacées, des Calamodendrées qui n'ont plus d'analogues de nos jours, des Sigillariées avec leurs racines connues sous le nom de *Stigmaria*, enfin, des Cycadées, des Conifères et des Annulariées. Toute cette végétation favorisée par la chaleur, l'humidité et surtout par la grande quantité d'acide carbonique répandue dans l'atmosphère, donnait au paysage de cette époque exceptionnelle un caractère luxuriant, dont nos forêts vierges actuelles ne peuvent nous fournir qu'une bien faible idée.

Permien. — La formation permienne est une sorte de période de repos. Il semble que les sources de la vie, largement mises à contribution pendant la durée de l'étage houiller, sont maintenant ralenties et attendent de nouvelles forces pour recommencer, sur de nouveaux plans, une nouvelle série de productions.

Un certain nombre des anciens types sont conservés, quelques-uns modifiés. En somme, continuation avec ralentissement de l'ère précédente.

Pendant cette période permienne, il se produit comme un retour une arrière, une réaction, par suite d'un affaissement général qui ramène la mer sur de vastes surfaces récemment émergées. Les conditions de la vie deviennent moins bonnes, après de nombreuses injections de substances délétères dans

les mers. Des émanations souterraines gazeuses viennent encore ajouter leur influence néfaste. Aussi la Faune se restreint-elle considérablement; le nom de Pénéen a souvent été donné à cet étage pour rappeler sa pauvreté en organismes animaux.

Les Poissons ganoïdes seuls se maintiennent assez.

Parmi les Brachiopodes, le *Productus horridus,* le *Spirifer alatus* peuvent caractériser le Permien.

La marche en avant ne peut guère être constatée que pour les Reptiles avec le *Zygosaurus*, le *Palæosaurus*, le *Proterosaurus*.

La Flore, beaucoup mieux conservée relativement à la Faune, est pourtant bien moins riche que précédemment et composée à peu près des mêmes types. Parmi les Conifères, les *Walchia Schlotheimii* et *Hypnoïdes* sont caractéristiques.

En général, et par suite de l'affaissement que nous avons noté au début de l'époque Permienne, la Faune de ce terrain, à l'exception toutefois de ses types supérieurs, présente beaucoup d'analogie avec celle du Carbonifère. D'ailleurs, malgré le long intervalle houiller, ces deux terrains Permien et Carbonifère se trouvent en contact en bien des points.

Avec le Permien se termine la période Paléozoïque. Au point de vue organique, c'est l'extinction à peu près complète des types archaïques. En réalité cependant, la période Permienne n'est que la moitié d'une phase particulière, dont l'autre moitié nous offre une nouvelle Faune et une nouvelle Flore s'essayant timidement; et ce n'est qu'après avoir traversé la période du Trias, qui ouvre l'époque secondaire, que nous retrouverons, avec le Jurassique, une richesse et une exubérance des produits de la vie, comparables, quoique sous d'autres formes, à ce que nous avons vu avant l'ère Permienne.

Période mésozoïque. — Très souvent désignée sous le nom d'époque secondaire, elle constitue, en effet, une seconde époque pendant laquelle un ensemble différent d'animaux et de végétaux fait son apparition. Nous avons déjà dit cependant que la transition ne fut pas brusque; l'entrecroisement des faunes est souvent manifeste. Il n'en est pas de même de la stratigraphie de cette période qui tranche tout d'abord sur celle des temps paléozoïques.

Trias. — Ce premier étage secondaire forme la transition, bien que l'apparition d'un grand nombre de types nouveaux dans les couches supérieures, le rattache nettement à la nouvelle série.

Les Spongiaires font leur apparition; les Polypiers sont assez développés dans le Trias alpin; l'*Encrinus Liliiformis*, un Crinoïde, pullule et caractérise le calcaire Conchylien; des Gastéropodes; des Crustacés décapodes.

Parmi les Reptiles, les *Labyrinthodontes* atteignent leur maximum; des formes nouvelles, bizarres, préparent le passage aux oiseaux; des Enaliosauriens ou Reptiles nageurs, l'*Ichthyosaurus* et le *Plesiosaurus*.

La Flore est peu riche; une inférieure, se rapportant aux types anciens, une supérieure, se rattachant tout particulièrement à la Flore Jurassique. Parmi les Conifères, les *Woltzia* caractérisent le grès bigarré et les Cycadées avec les *Zamites* et les *Pterophyllum* sont typiques des Marnes irisées.

Jurassique. — Avec cette formation, la nature rentre dans toute la plénitude de sa puissance. Dès ses premiers dépôts, dans le Wurtemberg et l'Ouest de l'Angleterre, on signale les premiers représentants de la classe des Mammifères.

Certains auteurs rapportent même à l'étage précédent le *Dromatherium Sylvestre*, découvert par M. Emons dans le grès rouge de l'Amérique du Nord. Ce sont encore de très rares et très petits animaux voisins des Marsupiaux.

Voici les Reptiles qui imprimeront à la Faune jurassique son cachet le plus particulier. Ce sont surtout des Enaliosauriens et des Ptérodactyles. Ces derniers appelés aussi Lézards volants, avec un bec d'oiseaux et munis d'un appareil analogue à celui des Chauve-Souris. Presque plus de Labyrinthodontes ; apparition des Chéloniens et des Crocodiliens.

Cette importante classe d'animaux cesse dès lors de suivre la loi du perfectionnement organique et décline en donnant les Ophidiens.

Les Spongiaires et les Foraminifères abondent.

Les Polypiers passent par un premier maximum et forment des Récifs.

Les Mollusques avec les Céphalopodes tentaculifères deviennent très importants. Ce sont des Ammonites, des Nautiles, enfin des Belemnites, fossiles se rapportant à des Calmars gigantesques, que de Blainville et d'Orbigny ont su reconnaître les premiers.

Les Acéphales et les Gastéropodes se multiplient d'une façon surprenante.

Après ce que nous avons dit des reptiles, signalons les mollusques comme suivant exactement la loi de perfection progressive des espèces.

Les Crinoïdes atteignent un deuxième et dernier maximum.

Les Poissons hétérocerques décroissent ; les homocerques pullulent dans toutes les mers. Les Téléostéens font une timide apparition.

Enfin, dans les dalles schisteuses de Solenhofen, en Bavière, on découvre un magnifique exemple d'un squelette d'oiseau

presqu'entier, à l'exception de la tête ; il avait même conservé ses plumes. Owen le nomma *Archæopterix macrura ou lithographica.*

La Flore prend, comme la Faune, des caractères de plus en plus élevés. Avec les Fougères et d'autres Cryptogames des temps anciens, les Conifères et les Cycadées avec les Zamites tendent à prédominer. Dans son étude sur la flore jurassique, de Saporta insiste sur la persistance des types caractéristiques de cette époque pendant toute sa durée.

Crétacé.— Cet étage, presque exclusivement marin comme le Jurassique, renferme un organisme qui, malgré sa richesse et sa variété, n'est guère qu'une modification du précédent plus ou moins prononcée dans les divers types d'animaux.

Aucune classe nouvelle n'y apparaît; peu d'ordres nouveaux.

On ne rencontre plus les mammifères qui avaient fait leur premier essai dans le Jurassique ; tout au moins n'ont-ils pas encore été observés.

Des oiseaux très curieux ont été signalés par M. Marsh dans la craie ; plusieurs avaient des dents ; quelques-uns des vertèbres biconcaves. Ce sont l'*Ichthyornis*, l'*Odontornis* et l'*Hesperornis.* Les reptiles offrent encore de très nombreux représentants ; des Chéloniens, des Crocodiliens, de gigantesques Dinosauriens (*Iguanodon*, *Hylæosaurus*, *etc...*), peuplent les bords des lacs de l'époque.

Les Ptérodactyles, les Ichthyosaures et les Plesiosaures se continuent aussi longtemps après, quoique disparaissant graduellement. La classe est imparfaitement relevée par des Crocodiliens et de véritables Sauriens, dont le *Mosasaure* de taille immense.

Les Foraminifères et les Spongiaires gagnent considérablement en importance, et caractérisent certains horizons.

Les Polypiers, toujours nombreux, déclinent néanmoins.

Encore des Ammonites, des Belemnites ; une seule famille de Mollusques est propre à cette période et peut en caractériser particulièrement la seconde moitié. C'est celle des Rudistes : sortes de bivalves très remarquables par les dimensions que plusieurs atteignent, par leurs contours irréguliers, la structure particulière de leur test, l'extrême inégalité des valves, dont l'une est operculaire et dépourvue de ligament antagoniste, l'autre en cône plus ou moins allongé. On distingue les Hippurites, les Radiolites, les Sphorulites, etc...

La Flore, de son côté, manifeste une grande tendance au perfectionnement. Les grandes Monocotylédones, les Pandanées, les Palmiers se développent ; les Dicotylédones angiospermes apparaissent, quoique souvent pas très bien déterminées.

Ainsi donc, dès le Crétacé, nous avons vu apparaître toutes les grandes classes du monde animal et du monde végétal, les unes bien développées ou en pleine voie progressive, les autres, comme les Dicotylédones angiospermes, les Mammifères et les Oiseaux à peine dessinées, mais pourtant suffisamment affirmées. Il ne reste plus qu'à préciser, à délimiter les espèces, à les différencier nettement par leurs caractères définitifs. Jusqu'ici, impossibilité absolue d'arriver à de semblables résultats à cause de l'uniformité des conditions climatériques.

La chaleur et l'humidité se sont maintenues considérables relativement ; à peine peut-on noter quelques alternatives de sécheresse, et il faut arriver à la seconde moitié de la période Crétacée pour constater, par la descente des Polypiers vers l'Equateur, une diminution de température du côté des pôles. L'apparition des Amentacées dans cette dernière région conduit à la même conclusion. Mais pénétrons dans l'ère Néozoïque.

Période Néozoïque.— Durant cette époque, les conditions dont nous parlions tantôt, qui doivent tendre à amener une délimitation tranchée dans les espèces, vont se trouver réalisées ; et, à travers des modifications sans doute très diverses, nous pourrons distinguer déjà les grands caractères des animaux et des plantes de nos jours. Les organismes, jusque-là pêle-mêle, les uns sur les autres, pour ainsi dire, à cause de l'uniformité des saisons, vont prendre des directions déterminées.

C'est que les mers vont être rejetées dans leurs bassins actuels ; une bien plus grande part sera faite à l'élément saumâtre ou lacustre ; les masses continentales gagneront considérablement en surface ; la chaleur abandonnera peu à peu les pôles ; les manifestations souterraines enfin, par l'installation des premières grandes chaînes de montagnes, favoriseront le développement de la variété organique jusque sous des latitudes semblables.

Tertiaire.—Les Mammifères, introuvables dans le Crétacé, se rencontrent dès les assises inférieures (Éocène) de ce nouvel étage. Ce sont, tout d'abord, des Didelphes (Sarigues), puis des Monodelphes, Pachydermes, Chéiroptères, un singe même (Macacus) ; puis d'autres carnassiers, dont le chien ; des Rongeurs.

Avec le Miocène, l'affermissement des Pachydermes est définitif.

Le Cheval apparaît, puis les Ruminants et les Proboscidiens ; les Insectivores et les Cétacés viennent ensuite.

Chacun connaît la taille gigantesque des *Mastodon*, *Dinothérium* et autres Proboscidiens de cette époque qui caractérisent d'ailleurs le Miocène.

Les oiseaux sont bien représentés dès l'Eocène avec de grands marcheurs comme le *Gastornis* et l'*Eupterornis*.

Les reptiles nous présentent des Tortues, des Crocodiliens et des Sauriens.

Les poissons interviennent avec les Raies, les Chimères et les Squales; les poissons écailleux se multiplient.

Les articulés offrent peu d'intérêt.

Les mollusques Acéphales et Gastéropodes prennent un développement remarquable; on en a décrit plus de 7,000 espèces.

Les Spongiaires déclinent, les Polypiers se maintiennent nombreux.

Quant aux Foraminifères, ils pullulent étonnamment avec les Nummulites. Cette dernière classe, avec les mollusques et les mammifères, constitue la caractéristique de la Faune du tertiaire.

Avant de clore cette courte énumération de la série animale de ce terrain, il est indispensable que nous signalions la première apparition probable de l'homme dans le Miocène. C'est en 1867 que l'abbé Bourgeois indiqua au Congrès d'anthropologie de Paris la présence de débris de l'industrie humaine dans le terrain tertiaire, à la base du calcaire de Beauce.

Les pièces de conviction étaient des silex taillés ainsi que des incisions faites sur des fragments de côtes d'un Cétacé. Depuis, il a été prouvé que les incisions soi-disant intentionnelles dont il s'agit, ont été faites par un grand squale qui aurait rongé ces os.

Pour les silex les avis sont restés partagés, et malgré l'opinion d'archéologues distingués, qui tend à rapporter à l'homme ces pierres façonnées, la plupart des géologues sont encore divisés sur ce point.

Nous décrirons la Flore générale du Tertiaire, en disant

qu'elle était constituée par des plantes semblables à celles qui croissent de nos jours dans les pays chauds ou tempérés. C'étaient des Palmiers, des Pandanées, des Bananiers, des Liliacées, des Laurinées, des Térébinthacées, des Légumineuses. Les types archaïques ont totalement disparu.

Quaternaire.— Cette époque, la dernière dont nous parlerons, précède immédiatement le monde organique actuel, domaine du botaniste et du zoologiste; on lui donne aussi souvent le nom de période glaciaire ou diluvienne.

Le refroidissement subit et considérable des continents à cette époque, les pluies torrentielles, les grands phénomènes d'érosion ainsi que les fréquents mouvements du sol, furent autant de causes de trouble et de désordre dans le développement de la Faune quaternaire. Les animaux se dispersent, ou se cantonnent dans les lieux abrités quand ils échappent à la fureur des éléments. Aussi a-t-il fallu réunir les observations faites en des points très divers du globe, pour avoir une connaissance satisfaisante des animaux de cette époque.

Les restes de la Faune se trouvent dans deux sortes de gisements tout à fait distincts, quoique la contemporanéité en soit bien établie par la comparaison des fossiles qu'ils renferment. Ce sont les dépôts de transport fluviatiles des plaines et des vallées, et les cavernes et brèches à ossements.

Les Mammifères forment la note saillante de la Faune quaternaire. Ce sont, en Europe, des Ours, des Hyènes, des Lions, des Rhinocéros, des Éléphants, des Bœufs, presque tous de taille gigantesque, des Chevaux, des Insectivores, en un mot, toutes espèces dont la plupart vivent encore aujourd'hui.

Tout l'ancien continent, depuis l'Irlande jusqu'au détroit de Behring, était alors habité par d'innombrables troupes

d'Éléphants laineux ou *Mammouths* à défenses énormes recourbées, accompagnés du Rhinocéros à narines cloisonnées.

Le *Bos primigenius* et le *Cervus megaceros* étaient gigantesques.

Les Amériques fournissent de grands Pachydermes et d'énormes Edentés, tels que le *Mylodon* et le *Megatherium*.

La Nouvelle Zélande intervient avec ses Oiseaux coureurs, dont l'*Aptéryx* et les *Dinornis*, ces derniers atteignant des dimensions qui dépassent d'un tiers celles de l'Autruche d'Afrique. Enfin, les dépôts récents de la partie sud de Madagascar ont présenté quelques ossements, et surtout une très grande quantité d'œufs d'un tridactyle, plus grand encore que les Dinornis, qu'on a désigné sous le nom d'*Æpyornis maximus*. Il n'avait pas moins de 4 mètres de hauteur.

Si la présence de l'homme a pu être discutée dans le Tertiaire, il n'en est plus de même dans la période quaternaire, où les preuves indiscutables de son existence abondent. Ce sont d'abord des silex en forme d'amande, en fer de lance, taillés et polis souvent avec une rare perfection. Puis ce sont des râcloirs ou grattoirs qui auraient servi à l'homme pour préparer les peaux dont il devait se vêtir à cette époque; ces derniers instruments souvent emmanchés avec des os ou de l'ivoire, parfois finement ciselés et sculptés (époque de la Madelaine). Des débris d'ossements humains, enfouis dans les cavernes, mêlés aux restes des mammifères contemporains, sont mis au jour et témoignent qu'incontestablement l'homme a assisté à la formation glaciaire. Enfin, des squelettes entiers ont été découverts dans la vallée du Rhin dès 1853, et plus récemment dans les cavernes de Baousses-Rousses, près de Menton.

Quant à la Flore du Quaternaire, avec le progrès des Dicotylédones, elle se rapproche de plus en plus de celle de

l'époque actuelle, jusqu'à se confondre avec elle par l'apparition des nouveaux types.

Pour terminer ce court exposé, disons que les fossiles que l'on rencontre dans les formations de l'époque actuelle rappellent à peu de chose près les espèces vivant de nos jours; les débris de l'homme se rapportent aux divers âges de la pierre taillée, de la pierre polie, du bronze et du fer.

Est-il nécessaire maintenant de faire remarquer la valeur des éclaircissements que l'étude systématique des fossiles, quant à leurs gisements, peut apporter dans la définition et la différenciation d'un horizon quelconque de la série des étages qui composent l'écorce terrestre?

Constamment, en effet, nous avons vu dans l'échelle des êtres du monde organique une ou plusieurs espèces particulières être les caractéristiques d'un terrain particulier. Un Trilobite sera toujours l'indice des temps paléozoïques, et spécialement de l'étage silurien. Parmi les Conifères, nous avons vu les genres *Walchia* et *Woltzia* distinguer le Permien et le Trias, tandis que les Cycadées avec les *Zamites* nous indiquent le Crétacé. Ce dernier terrain lui-même est aussi bien reconnu à ses Rudistes que la classe des Mammifères pourrait l'être, bien que dans un ordre différent de rapports, par l'examen d'un Cétacé ou d'un Ruminant. Les couches elles-mêmes d'un même terrain sont bien souvent différenciées par des caractères organiques distincts. Les exemples abondent, nous n'insisterons pas. Nous ne parlerons pas non plus des secours incontestables que l'étude des fossiles a fournis dans la fixation des grandes lois stratigraphiques, dans la détermination de l'âge relatif des montagnes et des conditions de leur formation, les coquilles fossiles se trouvant, en effet, dans les Alpes, les Pyrénées, les Andes, à tous les niveaux et jusqu'à plus de 6,000 mètres dans l'Hymalaya.

DEUXIÈME PARTIE

Dans la première partie de notre modeste travail, nous avons essayé de donner une idée de la répartition des organismes dans les différentes formations sédimentaires ; nous avons fait ensuite ressortir, en quelques mots, combien l'étude des fossiles peut être fructueuse au point de vue de la détermination et de la reconnaissance de chaque étage en particulier. Dans cette seconde partie, nous nous occuperons du rôle que ces mêmes organismes animaux et végétaux ont joué dans l'acte même de la sédimentation, soit que leurs débris aient augmenté en quelqu'endroit l'épaisseur des couches préexistantes, soit qu'ils aient pu par la seule accumulation de leurs dépouilles constituer des couches entières. Nous terminerons par quelques considérations sur l'intervention effective, essentielle, de certains de ces mêmes organismes, qui, dans quelques cas, ont eux-mêmes provoqué le phénomène de la sédimentation.

Tout d'abord, et avant d'entamer notre sujet, nous placerons ici deux remarques que l'on peut faire à la simple inspection de ce que nous avons dit dans les pages précédentes.

La première, c'est qu'au milieu du renouvellement incessant des formes organiques si nombreuses que nous avons rencontrées, il en est quelques-unes, parmi les inférieures (Foraminifères, Polypiers, etc.), que nous avons trouvées à tous les niveaux, tandis que la plupart des autres, plus compliquées, n'ont apparu qu'à de certaines époques et ont disparu avec elles. On explique ce fait en disant que les petites

espèces ont pu s'accommoder à des changements sous l'action desquels les espèces plus parfaites ont succombé.

La deuxième remarque, c'est que ces mêmes espèces inférieures ont pu traverser la série des âges, en échappant pour ainsi dire à la loi commune, c'est-à-dire sans éprouver des modifications bien sensibles. En cherchant à expliquer ce fait curieux, on a été conduit à formuler que, très probablement, la loi générale qui régit la longévité des espèces est en raison inverse de la place qu'elles occupent dans l'échelle des êtres, cette longévité étant d'autant moindre que les animaux sont plus élevés.

Nous reviendrons souvent sur ces deux faits d'observation; nous en verrons l'importance au point de vue du sujet que nous traitons.

Nous allons d'abord examiner le monde animal, et, dans celui-ci, établir la part qui revient en l'espèce à chacune des grandes classes qui le composent.

Parmi les vertébrés, les Mammifères nous ont laissé un certain nombre de débris fossiles. Ce sont des dents, des crânes et autres parties de leurs squelettes osseux. La plupart du temps, ces fossiles, fort importants d'ailleurs quand on les examine au point de vue de la paléontologie pure, n'offrent pour notre sujet qu'un intérêt fort médiocre. Disséminés sur de grandes surfaces, les squelettes des plus grands mammifères eux-mêmes ne se trouvent pas en général en assez grand nombre pour augmenter ou modifier, en quoi que ce soit, l'épaisseur ou le relief de l'écorce terrestre.

Il n'en est pas de même quand ces restes se sont accumulés en des points particuliers : nous voulons parler des brèches et des cavernes à ossements. Nous avons vu, en effet, qu'en tout temps et surtout pendant la période quaternaire, les fossiles des mammifères se sont accumulés dans les cavernes et les brèches, de même que dans les alluvions des vallées.

Très abondantes dans les terrains calcaires, les cavernes ont constamment servi d'abri à l'homme et aux différents animaux, qui, tour à tour, y ont laissé les vestiges de leur existence. Les débris de leurs squelettes s'y trouvent en abondance et sont souvent augmentés par d'autres restes animaux que les rivières ou les inondations y ont entraînés. Le tout, cimenté par du limon et des graviers, a fini par constituer, à la longue et dans certains cas, de véritables couches ossifères. Ces dépôts se sont constitués d'ailleurs par le même mécanisme que ceux qui auraient pu se former dans les plaines d'alluvions; ils ne doivent leur importance qu'à l'avantage d'avoir pris naissance dans des points spéciaux, déprimés et relativement restreints en surface.

Quant aux brèches à ossements, ce sont généralement des fissures ou crevasses, pouvant atteindre plusieurs décimètres en largeur, de profondeur souvent considérable, et partiellement ou totalement remplies de débris osseux cimentés par du limon, des graviers et des parties de végétaux. La plupart du temps, les eaux courantes ont entraîné tous ces restes organiques dans les brèches; la chute accidentelle dans ces fissures, d'animaux poursuivis, a pu en hâter le remplissage.

Les brèches à ossements sont souvent en communication avec les cavernes; elles constituent dans ce cas, pour ces dernières, de véritables sources d'alimentation, au point de vue où nous nous sommes placés.

Citons, pour terminer ce qui a trait aux mammifères, les dépôts d'ivoire fossile de Sibérie.

En somme, nous pouvons constater que cette classe, si importante à l'égard de la variété des espèces, si remarquable par la taille colossale que quelques-unes ont acquise, n'a fourni qu'un bien faible appoint au consolidement et à l'épaississement de la croûte solide du globe. Nous pouvons dès ici étendre la même remarque à toute la série des ver-

tébrés, en faisant néanmoins une restriction pour ce qui concerne les oiseaux.

La classe des Oiseaux mérite, en effet, une mention spéciale pour les couches de guano auxquelles elle a donné naissance. Ces couches se sont formées par suite de l'entassement, pendant des périodes de temps considérables, des excréments et des dépouilles de certains oiseaux de mer. Les mêmes formations se continuent encore de nos jours, et les espèces qui les édifient, communément appelées *guanaes* et *alcatras*, sont voisines des Cormorans.

Les dépôts de guano présentent des épaisseurs de 10 à 30 mètres et sont souvent grossièrement stratifiés. Ils sont répandus dans les îles qui bordent la côte du Pérou et du Chili, entre le 2e et le 21e degré de latitude Sud.

Les conditions de formation de ces curieux et importants amas peuvent se résumer dans les considérations suivantes:

1° Abondance extrême des poissons dans ces parages, qui a permis à un nombre considérable d'oiseaux aquatiques de vivre simultanément, dans des espaces relativement restreints.

2° Influence des habitudes de ces mêmes oiseaux, s'envolant dans la journée à de grandes distances en mer, mais venant régulièrement la nuit dans leur sorte de *Huaneras*, comme les Péruviens appellent les îlots servant ainsi de campement nocturne.

3° Accumulation naturelle, sur place, des excréments de cette multitude d'animaux, par suite de l'absence à peu près complète des pluies dans les régions dont il s'agit.

Les dépôts les plus célèbres sont ceux des îles Cinchas, sur la côte péruvienne. On a évalué à près de 400 millions de quintaux la quantité de guano qu'elles pouvaient renfermer.

La provenance du guano, telle que nous venons de l'expo-

ser, avait tout d'abord, étant donné la puissance des bancs, fait naître des doutes dans certains esprits; mais F. de Reveiro a établi formellement, en prenant pour base les conditions actuelles, qu'il n'a pas fallu plus de 7000 ans pour accumuler les dépôts des îles Cinchas.

Tout le monde connaît les ressources que le guano peut rendre à l'agriculture comme engrais, par suite de sa composition éminemment phosphatée et azotée. On en trouve plusieurs variétés dans le commerce, et son emploi a donné lieu à une véritable exploitation,

Les gîsements dont nous venons de parler, pour être les plus importants, ne sont pas les seuls que l'on rencontre à la surface du globe. De grands dépôts d'origine bien plus récente se constituent, de nos jours encore, sur les îlots coralliens inhabités de la zône équatoriale du Pacifique, et principalement aux îles de Baker, de Jarvis et d'Howland. Dans les bassins centraux de ces petites îles, on trouve des couches de guano pouvant atteindre déjà une épaisseur de 1 mètre 50 c. environ. Du reste, mêmes conditions et même mode de formation que sur la côte du Pérou et du Chili.

Nous n'avons rien d'intéressant à noter à propos des Reptiles, si ce n'est les amas de coprolithes ou excréments fossiles, que l'on trouve en grande quantité dans certaines localités et qu'on exploite comme engrais.

En 1822, le docteur Buckland annonça la présence de ces Coprolithes dans le Yorkshire, dans les couches Oolithiques. Depuis on en a découvert de nombreux gisements au même niveau, ainsi que dans les grès, les calcaires et diverses couches sédimentaires. En France, ces Coprolithes existent sur un grand nombre de points à la limite du Jurassique et des grès verts du terrain crétacé.

Les Poissons interviennent dans notre sujet par quelques lits à ossements qu'ils ont déposés.

Il en existe un à Clifton-sur-l'Avon, presque entièrement composé d'Ichthyolithes; on peut en dire autant des lits d'Armagh, en Irlande. Ces différents lits ont été déposés dans les mers carbonifères.

Citons encore les lits du Ludlow supérieur dans les couches les plus élevées du Silurien, dont le plus important a pu être suivi pendant plus de 70 kilomètres, sur une épaisseur de 7 à 10 centimètres.

Agassiz rapporte aux Placoïdes la plupart des poissons qui composent ces dernières couches.

Enfin, dans la mer d'Irlande et dans celle qui avoisine les îles Féroë, on a découvert deux lits à ossements de poissons, le premier s'étendant sur 3 kilomètres et le second sur 6 kilomètres environ de longueur.

Si de nos jours les Articulés n'exercent aucune action édificatrice, il n'en a pas été de même dans les temps géologiques où certaines espèces, en nombre considérable, ont pu former des roches entières par les débris de leurs carapaces.

L'existence d'innombrables coquilles ou carapaces très ténues d'un petit Crustacé appelé *Cypris*, au sein des roches feldspathiques, résultant d'une première décomposition des roches primitives d'Auvergne, a pu donner naissance en ce point à des Marnes calcaires, dont l'épaisseur totale est inconnue, mais dépasse certainement 200 mètres. La roche, où l'élément calcaire domine, est disposée en feuillets très minces, qui résultent des dépôts naturels et successifs des deux valves calcaires qui entourent les Cypris, et que ces animaux abandonnaient à chaque mue dans les anciens lacs de l'Auvergne.

Non loin de Clermont, on trouve des Marnes vertes où les Cypris dominent. On connaît encore en Auvergne une autre forme remarquable de calcaire d'eau douce, c'est le

calcaire à *Induses*, qui doit son nom aux étuis ou induses des larves de *Phryganes* qu'il contient. Ces larves possédaient la propriété de fixer autour de leur corps des petites coquilles de Mollusques, de façon à se constituer une sorte de manchon calcaire. Le tout s'est déposé sur des surfaces considérables et sur une épaisseur moyenne de 2 mètres. On rencontre en Angleterre quelques formations semblables.

Nous arrivons aux Mollusques et nous pouvons déjà, en nous reportant aux deux remarques que nous avons placées au commencement de ce chapitre, constater pour cette nouvelle classe d'animaux, qu'après en avoir rencontré les premiers types à une époque très reculée, nous n'avons pas cessé de les retrouver à tous les niveaux, les formes se modifiant très peu. Il nous sera facile de montrer que ces circonstances coïncident avec une distribution géographique d'autant plus vaste que l'extension verticale a été plus grande. C'est là, en effet, une des grandes lois qui règlent la répartition des fossiles organiques. Nous devons donc nous attendre à rencontrer les traces des mollusques sur les points du globe les plus variés, puisqu'ils ont pu s'adapter à tous les milieux. C'est ce qui arrive; et de plus, par suite du principe depuis longtemps établi qui règle la puissance de reproduction des êtres d'après le rang qu'ils occupent dans la série animale, ceux qui nous occupent n'y tenant qu'un rang relativement inférieur, nous aurons plus d'une fois à constater que l'accumulation de leurs dépouilles aura eu pour effet de constituer des roches entières, des couches véritables. Aussi, en l'espèce, les mollusques l'emportent-ils déjà de beaucoup sur les animaux des classes précédemment examinées.

Disons d'abord que la variété de calcaire, dite calcaire à Lumachelles, est uniquement formée par une agglomération de petites coquilles d'Ostracées; la grande et belle couche

de plusieurs mètres d'épaisseur du Purbeck moyen, dans l'Oolithe supérieure, et connue sous le nom de *Cinder-bed* (lit de cendres), présente une composition identique.

On rapporte à l'époque actuelle les couches qui entourent le golfe de Suez, et s'étendent sur une longueur de 4 à 5 milles entre la mer Rouge et les falaises qui bordent la côte à l'ouest. Les roches qui les composent, par suite d'un soulèvement lent, ont été portées à plus de 20 mètres au-dessus du niveau de la mer, et sont entièrement composées de débris de coquilles, dont les espèces vivantes se trouvent dans les eaux voisines. Des villes entières sont bâties sur ces couches.

Sur les côtes de la Grèce, de la Sicile et de l'Asie Mineure, on remarque des bancs ayant une origine semblable. En Algérie, à l'est de la Calle, les dépôts coquillers atteignent 7 à 8 mètres au-dessus de l'eau, et s'étendent à une lieue dans les terres; le relèvement de la côte dans la province d'Oran aurait atteint 60 à 80 mètres.

Dans l'Amérique du Nord, la petite île d'Anastase, en face le port de Saint-Augustin, sur la côte orientale de la Floride, possède plusieurs lieues de longueur, et s'élève à 4 mètres au-dessus du niveau de la mer; elle est entièrement constituée par des coquilles engagées dans une gangue calcaire.

Ch. Darwin, dans son voyage célèbre à bord du *Beagle*, a signalé les immenses accumulations de l'île de l'Ascension, et leur origine.

Nous ne pousserons pas plus loin notre énumération; les quelques exemples que nous avons cités suffiront pour montrer combien sont importantes et répandues les formations élevées par la classe des Mollusques.

De même avec les Polypiers, nous allons assister à une puissance édificatrice encore plus considérable, coïncidant

avec une moins grande complication dans l'organisation des animaux constructeurs.

Les Polypiers, en effet, occupent un des derniers échelons de la série des êtres ; leur structure est bien simple. Aussi les avons-nous rencontrés de bonne heure dans les couches terrestres ; ils nous ont apparu dès le silurien, et en grand nombre. Depuis, nous les avons rencontrés dans tous les étages, et les modifications qu'ils ont subies à travers les âges sont si peu accentuées, tellement secondaires, que souvent on a pu confondre les types de certaines époques avec ceux qui vivent aujourd'hui ; c'est ce qui arrive notamment pour les Polypiers du Jurassique.

A toutes les époques, leur nombre a été considérable ; nous avons, dans la première partie de notre sujet, enregistré un maximum dans l'étage jurassique. Leur multiplication s'est un peu ralentie depuis cette époque, mais de nos jours nous n'avons pas de peine, devant la recrudescence étonnante de leur activité, à constater que ces êtres passent par une deuxième phase maximum de leur évolution.

Le rôle édificateur des Polypiers est énorme ; ces animaux sont de véritables constructeurs de terrains. Leur travail a produit des îles, des archipels entiers, des bancs sans nombre connus sous le nom d'îles madréporiques, et de récifs de coraux. Leur activité s'est déployée à tous les temps, intervenant comme un facteur important dans les formations sédimentaires. Dès le Dévonien, leur nombre était déjà assez grand pour qu'ils aient pu fournir des bancs énormes. Nous citerons celui qui s'étend de l'État de New-York jusqu'au Mississipi, dans l'Amérique du Nord, entre les lacs Huron et Mechigan au nord, et les rivières Ohio et Ténessée dans le sud. Bien que mesurant rarement dans le New-York une épaisseur de 15 mètres, nous nous trouvons là en présence d'un récif presque continu, sur une surface qui dépasse

800,000 kilomètres carrés, c'est-à-dire bien plus grande que la superficie entière de la France. A Louisville, dans le Kentucky, la formation calcaire ressemble, à s'y méprendre, à un récif de corail moderne.

Dans le Carbonifère, le calcaire de montagne est en plusieurs endroits uniquement composé de Polypiers associés aux Crinoïdes, autre genre de Radiaires à peu près disparu aujourd'hui. Ces Crinoïdes ont pris eux aussi une large part dans l'acte de la sédimentation ; ils sont plus particulièrement spécifiés dans la variété de Calcaire, appelée Calcaire à Entroques.

Nous avons déjà dit que les récifs coralliens du Jurassique avaient la plus grande analogie avec ceux de nos jours. Ils abondent dans cet étage ; ils s'y trouvent souvent superposés à des couches où les Crinoïdes dominent.

Un des calcaires de l'Oolithe moyenne a été nommé Coral-Rag, pour rappeler son origine. Il est formé d'une suite de lits de Coraux pétrifiés, conservant, pour la plupart, la position qu'ils avaient dans la mer à l'époque où ils se développaient.

On a souvent invoqué la ressemblance de toutes ces formations coralliennes avec celles de notre époque, espérant en déduire, en poursuivant les analogies, la distribution géographique des milieux qui les ont vu naître. La question était surtout intéressante pour le Dévonien de l'Amérique du Nord, mais plusieurs auteurs ont montré qu'il fallait avoir la plus grande réserve à cet égard, les Polypiers anciens se rapportant tous, malgré les apparences extérieures, au Zoantharia rugosa, sous-ordre disparu aujourd'hui.

Nous avons de nos jours la bonne fortune de pouvoir assister au remarquable travail de cette classe d'animaux ; et certes, ce spectacle est bien fait pour nous donner une idée de ce qu'ont pu laisser de traces les innombrables générations de

Polypiers qui ont successivement apparu sur notre globe, chacune apportant son contingent de labeur sous la forme d'énormes bancs, de puissants récifs.

A notre époque, c'est dans une région de notre globe relativement circonscrite que s'exerce l'activité de ces petits animaux. On les rencontre généralement entre les Tropiques, s'écartant peu au Nord ou au Sud. Rien de bien absolu cependant dans cette indication, les Coraux pouvant sous certaines influences s'éloigner notablement des limites que nous venons de tracer ; c'est ainsi que, grâce au Gulf-Stream, les Coraux s'étendent le long des côtes de la Floride jusqu'au 33° parallèle.

Pour être favorable au développement des Polypiers, la température moyenne de l'eau ne doit pas descendre au-dessous de + 20° dans la saison froide.

Ces animaux ne peuvent pas vivre à une profondeur de plus de 40 mètres ; c'est du moins ce qu'on peut formuler pour les genres constructeurs de récifs, car on a trouvé des Polypiers à des profondeurs bien plus considérables dans les mers. La limite supérieure qu'ils peuvent atteindre coïncide généralement avec celle de la basse mer ou ne la dépasse guère, les rayons directs de la lumière solaire gênant leur développement. Une mer agitée, de l'eau limpide favorisent l'accroissement des récifs, aussi est-ce toujours du côté de la grande mer que le banc est le plus relevé. Les Coraux dépérissent et meurent dans les eaux tranquilles, saumâtres ou chargées de matières terreuses en suspension qui gênent leur respiration.

L'accroissement moyen des bancs de corail varie de 0^m02 à 0^m08 par an suivant les espèces. On peut donc évaluer grossièrement à 8000 années environ le temps qu'il a fallu pour élever un récif de 400 mètres de hauteur ; on en rencontre de plus grands.

Les espèces coralligènes appartiennent aux genres Astréacés, Fungiés, Oculinacés, Madréporacés, Alcyonidés. On les divise en Polypiers branchus ou madrépores et Polypiers massifs, ceux-ci donnant une roche plus compacte. Les deux variétés élèvent des récifs isolément ou de concert.

La roche corallienne possède une dureté un peu supérieure à celle de la Calcite, elle résonne sous le marteau et fournit d'excellentes pierres à bâtir. Clifton Sorby pense qu'elle est surtout constituée par l'Aragonite.

C'est en 1842, quelques années après son voyage de circumnavigation à bord du *Beagle*, que Darwin résuma pour la première fois, dans son livre sur la structure et la distribution des récifs de Corail, sa manière de voir sur l'accroissement de ces formations. Les théories qu'il a développées dans son livre, fort peu modifiées depuis, font encore foi dans la science. L'auteur décrit successivement les Atolls, les Récifs-barrières et les Récifs frangés.

Les Atolls ou îles Lagoun sont de vastes anneaux de roches de Coraux, surmontés çà et là d'îlots ou circonscrivant entièrement une lagune centrale. Ils sont très répandus dans le Pacifique. Battu par le flot, le côté externe de ces formations est plus relevé que le côté interne ; la pente du côté de la mer est raide, abrupte ; les hauts-fonds commencent bientôt. Le côté interne moins développé rejoint l'îlot central en pente douce ou circonscrit la lagune centrale.

L'épaisseur de la formation corallienne peut atteindre plusieurs centaines de mètres. Ce fait, en contradiction apparente avec ce que nous avons dit plus haut du développement des coraux impossible à partir de 40 mètres de profondeur, a été expliqué par Darwin qui, du même coup, a ramené la présence de l'îlot ou de la lagune au centre des Atolls, à deux périodes différentes d'un même phénomène.

Cet habile observateur a reconnu en effet que l'Océan Pa-

cifique était depuis longtemps le siège d'un affaissement lent et général, qui se poursuit encore de nos jours. Ce simple fait suffisait pour expliquer l'Atoll. Des bancs de coraux se développent dans les conditions normales autour d'une île et l'enceignent complètement. Entraînés dans l'affaissement général du fond de la mer, île et polypiers disparaissent insensiblement. Ceux de ces derniers qui arrivent à la limite inférieure de 40 mètres sous l'eau périssent fatalement, mais l'activité des coraux de la surface élève le niveau du banc et le maintient. L'île toujours entraînée finit par disparaître, une lagune s'établit à sa place, tandis que les Polypiers semblent vouloir réagir et conserver, à la masse des continents émergés, son ancien domaine, ou tout au moins en marquer la place dans l'avenir.

Cette manière de voir sur la formation des Atolls, bien qu'acceptée encore de nos jours, comme nous l'avons dit, vient d'être vivement combattue par M. John Murray dans un mémoire sur l'expédition du *Challenger*. De Lapparent, en analysant le travail de M. Murray, estime qu'il conduit à admettre un soulèvement du fond du Pacifique là où Darwin et Dana ont vu un affaissement. Cette contradiction, on le voit, demande contrôle. Ajoutons aussi que le rapport du voyage du *Travailleur* et du *Talisman* signale non seulement la présence de beaux échantillons de coraux jusqu'à des profondeurs de 4 et 5,000 mètres, mais encore l'existence certaine de bancs considérables formés par des espèces branchues, à des fonds de 1,500 et 1,800 mètres.

Les Maldives et le banc des Chagos présentent des types d'Atolls.

Les Chagos constituent, en l'ensemble, un Atoll submergé de dimensions gigantesques. Le plus grand diamètre ne mesure pas moins de 90 milles marins.

Les Récifs-barrières se développent au voisinage des côtes,

à des distances variables de celles-ci. On en rencontre sur la côte N.-E. de l'Australie, qui s'étendent sur une longueur de 1100 milles; ceux de la côte O. de la Nouvelle Calédonie atteignent 4000 milles. Ces barrières sont interrompues çà et là.

Les Récifs frangés ou Récifs en ceintures bordent immédiatement la côte, sans laisser de chenal profond dans l'intervalle. Ce sont ces récits qui, par la disparition de la terre ferme qu'ils enceignent, peuvent donner naissance aux Atolls.

Enfin, Dana a décrit, à la suite de ces diverses formations, les Récifs isolés qui se développent là où les bas-fonds se prolongent sur de grandes étendues. On en trouve le long des côtes du Brésil, où ils constituent de véritables écueils; on en a signalé aussi dans le Pacifique.

Nous avons été aussi bref que possible sur l'histoire des Polypiers: néanmoins, ce simple exposé et la prise en considération des quelques chiffres que nous avons cités suffiront, nous en avons la conviction, pour mettre en relief le rôle si important et si particulier qu'a joué de tout temps cette intéressante classe d'animaux dans les formations sédimentaires.

Si nous passons aux Spongiaires, nous constaterons qu'ils ont pris eux aussi une part assez notable dans la constitution de certaines roches. On les trouve souvent dans les couches unis à des coraux, à des Foraminifères et aux Diatomées. La fossilisation a conservé leur charpente calcaire ou siliceuse. Elle est formée de spicules: les uns fusiformes, les autres étoilés.

Les spicules existent dans les localités les plus diverses. En Auvergne, à Ceissat, on rencontre une terre siliceuse qui en est en grande partie composée. A Oran, un dépôt tertiaire, connu sous le nom impropre de Craie, renferme une im-

mense quantité de spicules siliceux d'Éponges mêlés à de nombreux Protophytes également siliceux. On les trouve encore en grand nombre dans le tripoli et la craie blanche. De plus, il a existé dans les temps géologiques des spongiaires d'une nature toute particulière, dont le type est anéanti de nos jours. Ces spongiaires étaient d'une nature solide, pierreuse, et ont pu, en se pétrifiant, conserver leur forme sans altération. Ils ont paru avec les premières faunes et se sont éteints au début du tertiaire.

De nos jours, outre les éponges de l'Archipel et des Antilles qui sont les plus connues et qui vivent à des profondeurs peu considérables dans la mer, on en rencontre encore aux niveaux les plus bas qu'on ait atteints. Les récents dragages du *Challenger*, du *Travailleur* et du *Talisman* effectués sur des fonds de 4 à 5000 mètres, en ont ramené de nombreux échantillons. Les éponges abondent le long des côtes du Portugal et du Brésil. Il en existe un banc entre les Canaries et l'Afrique, qui porte aujourd'hui le nom de banc du Talisman.

Toutes ces éponges de hauts-fonds sont formées d'un squelette de silice, pure comme du cristal de roche et d'une finesse extrême.

Enfin, nous arrivons à la considération d'êtres infiniment petits, microscopiques; nous voulons parler des Foraminifères, des Radiolaires et des Diatomées. Ces derniers organismes sont rangés parmi les végétaux, mais comme on les rencontre très souvent associés avec les Foraminifères et les Radiolaires dans les terrains, nous ne les séparerons pas de ces animalicules dans la question que nous traitons.

Ces nouveaux organismes sont prodigieusement répandus sur la surface du globe et dans son épaisseur. Nous les trouvons sous toutes les latitudes, sous tous les climats, dans les

abîmes les plus profonds de l'Océan comme sur les montagnes les plus élevées.

La puissance de ces êtres est dans leur simplicité. Leur structure est si élémentaire, leurs besoins si restreints qu'ils peuvent se développer dans des conditions qui sembleraient presque incompatibles avec la vie. Leur fécondité est incalculable.

On peut étudier ces organismes remarquables sur une échelle verticale de 11 kilomètres environ à travers les couches du globe. Dans aucune autre classe des deux règnes, on ne rencontre une telle propagation. C'est par le dépôt de leurs carapaces calcaires (Foraminifères) et siliceuses (Radiolaires et Diatomées), que ces êtres microscopiques sont intervenus dans la sédimentation.

Pendant les périodes Tertiaire et Quaternaire, il s'est formé de vastes dépôts d'organismes siliceux ou calcaires. En Auvergne, à Oran, à Santa-Fiora (Toscane), il y a des couches épaisses de silice pulvérulente qui en sont uniquement composées. En Irlande, une partie de la montagne du Mourne est constituée par ces mêmes organismes. Dans le Hanovre, à Lunebourg, une couche composée de carapaces microscopiques n'a pas moins de 14 mètres d'épaisseur.

A la Barbade, une terre d'une richesse organique incroyable, couvre une grande partie de l'île.

Le Tripoli, cette terre siliceuse qui sert à polir les métaux, est composée d'une association incalculable d'organismes siliceux. A Bilin, en Bohême, le Tripoli forme une couche de 4 mètres d'épaisseur environ. Ehrenberg estime que chaque gramme contient 27 milliards d'individus; à chaque frottement par conséquent, opéré avec cette poussière, nous réduisons en atomes plusieurs millions de ces corps organiques.

Le Tripoli se rapporte plus spécialement aux Diatomées;

le dépôt de la Barbade est en grande partie formé de Radiolaires.

Les Foraminifères sont bien plus importants encore et en nombre bien plus considérable. Ce sont des animaux essentiellement marins ; ils fuient les eaux douces et même saumâtres. Ils pullulent dans le sable de tout le littoral des mers, au point d'en composer quelquefois une bonne moitié.

Plancus en a compté 6000 dans une once de sable de l'Adriatique ; d'Orbigny en a trouvé jusqu'à 480000 dans 3 grammes de sable aux Antilles.

Citons encore l'obstruction et l'encombrement de l'Elbe et du port d'Alexandrie, les vases de Wismar, de Pilau, de Swinemunde, et le sol de Berlin.

Tous ces exemples sont restés en quelque sorte classiques pour donner une idée du nombre prodigieux de ces animaux. Comme ils ont existé de tout temps, on peut dès lors se représenter combien a dû être grande l'importance des formations auxquelles leurs dépouilles ont donné naissance dans les mers géologiques.

La craie est, on le sait, un des éléments de l'écorce terrestre.

D'après Huxley, si on circonscrivait tous les points où se trouve la véritable craie, on obtiendrait un ovale irrégulier, dont le plus grand diamètre serait d'environ 3000 milles ; sa superficie équivaudrait à peu près à celle de l'Europe entière. Eh bien ! si après avoir délayé un fragment quelconque de cette craie dans de l'eau, et que sur la lame porte-objet du microscope nous déposions une goutte du liquide surnageant, nous pourrons observer que la masse entière est constituée par une infinité de petits corps arrondis, dont chacun représente un corps calcaire bien construit, composé d'un certain nombre de cellules communiquant l'une avec l'autre. L'un des plus communs ressemble un peu à une framboise mi-

croscopique et est formé d'un certain nombre de cellules presque globulaires, de différentes grandeurs et réunies ensemble. On lui a donné le nom de Globigérine, et le Calcaire où ce foraminifère abonde et domine est appelé calcaire à globigérines.

Aux temps carbonifères, les Foraminifères n'étaient représentés que par une seule espèce (*Fusulina cylindrica*), mais cette espèce forme à elle seule des assises entières en Russie et aux États-Unis. C'est le calcaire à Fusulines.

Il existe de même le calcaire à Miliolites des environs de Paris, le calcaire à Nummulites du midi de l'Europe.

Les Nummulites sont les géants de la classe des Foraminifères; on connaît des espèces qui ont jusqu'à 8 et 10 centimètres de diamètre.

C'est certainement la craie blanche qui nous fournit le meilleur exemple de l'importance des infiniment petits, dans les formations sédimentaires. Son épaisseur atteint quelquefois plusieurs centaines de mètres; nous avons déjà parlé de sa répartition superficielle. Là ne se borne pas le rôle des organismes dont nous nous occupons. Dès 1853, un navigateur, le lieutenant Brooke, envoyait à Ehrenberg, de Berlin, des échantillons de boue qu'il avait recueillis dans un sondage fait entre Terre-Neuve et les Açores, à une profondeur de 2,500 mètres environ. L'habile micrographe découvrait que cette boue était presque entièrement composée de squelettes d'organismes vivants, et que la plus grande partie ressemblait exactement aux globigérines de la craie. Une minime partie était siliceuse, et composée de Diatomées et de Radiolaires.

Si l'on considère qu'on a découvert, dans les fossiles de la craie, les restes de plus de 3,000 espèces distinctes d'animaux aquatiques qu'on rencontre aujourd'hui dans les mers, et seulement dans les mers, on admettra sans peine que la craie

représente le lit d'une ancienne mer. Cette opinion a été contrôlée depuis, et successivement par Carpenter, Agassiz, Wyville Thompson, Milne-Edwards et d'autres, à la suite de nombreux dragages systématiques dans les diverses mers et océans.

Partout, jusqu'aux profondeurs les plus grandes que la drague a atteintes, on a constaté la présence des débris de foraminifères formant des couches quelquefois assez épaisses sur des étendues allant jusqu'à 1,200 kilomètres.

Dans certains endroits, ce sont les tests siliceux des Radiolaires et les frustules des Diatomées qui couvrent le fond de l'Océan. Un sondage effectué dans le Pacifique, près des îles Carolines, par le *Challenger*, ramena des Radiolaires d'un fond qui dépassait 7,400 mètres.

Les Radiolaires ont été ramenés vivants à des profondeurs considérables; dans certains points, on ne peut pas encore les atteindre à 1,850 mètres. On conclue qu'ils forment des dépôts surtout dans les régions où la dépression est considérable, de ce qu'on les rencontre non seulement à la surface, mais encore dans toutes les zônes de l'Océan.

M. Thompson avait expliqué la formation de la boue calcaire (*globigerina ooze*) qu'on rencontre si souvent dans le fond des mers, par une accumulation de foraminifères vivant au fond même, mais c'était une erreur; elle a été relevée par M. Murray, l'un des naturalistes du *Challenger*, en prouvant que les globigérines et les orbulines vivent au contraire à la surface. Le «globigerina ooze» se forme donc par la chute au fond de la mer, sous l'action de la pesanteur, des coquilles mortes de ces foraminifères. La distribution verticale de ceux-ci ne dépasse guère 180 mètres. Certaines espèces fourmillent occasionnellement à la surface de l'Océan, surtout pendant la nuit, mais on est bien plus certain de les trouver à une profondeur de quelques mètres. Ils sont plus

grands et plus nombreux dans les mers chaudes. Quant aux Diatomées, elles abondent à la surface; elles tombent au fond après leur mort, et, dans certaines parties de l'Océan indien, elles constituent la majeure proportion du sol sous-marin.

Nous voyons donc, par ce qui précède, que les Foraminifères, les Radiolaires et les Diatomées construisent de nos jours, au fond de l'Océan, des terrains calcaires et siliceux, analogues à ceux que ces mêmes organismes ont élevé dans les mers d'autrefois. Ces organismes microscopiques tiennent le premier rang dans toute la série animale que nous avons examinée, au point de vue de la puissance édificatrice.

Passons maintenant à l'examen de la série végétale.

Nous avons déjà parlé précédemment de l'importance des Diatomées qui se rattachent à la série végétale. Ces petites algues unicellulaires ont pu former des roches entières et nous parvenir par la fossilisation, grâce à leurs frustules, sortes de plaques siliceuses plus ou moins concaves, entre lesquelles se trouve la matière vivante.

Nous avons dit aussi que ces algues pullulaient encore de nos jours d'une manière prodigieuse dans les eaux douces, saumâtres et marines. Pour clore leur histoire, signalons leur présence dans les farines fossiles, dont elles forment une grande partie, et dans les poussières volcaniques.

Au point de vue qui nous occupe, les Diatomées constituent une exception parmi la série végétale. La plupart de nos arbres, en effet, se détruisent facilement après leur mort. Une décomposition lente les désagrège et ne laisse d'eux qu'une poussière fine, une sorte de terreau que le vent disperse le plus souvent. Dans certains cas, l'accumulation des débris de la désorganisation végétale peut former à la longue, sur le sol des forêts vierges, par exemple, des couches qui atteignent quelques centimètres, un mètre exceptionnel-

lement. Ces cas sont rares, limités et ne peuvent certes pas entrer en ligne de compte. On peut donc dire, en général, que les végétaux n'ont joué qu'un rôle insignifiant dans l'édification des assises.

Il n'en est plus de même quand, à la suite d'un concours de circonstances favorables, les végétaux, par leur enfouissement immédiat, ont été soustraits à l'influence des agents destructeurs. Dans ce cas, quelques-uns d'entr'eux nous sont parvenus transformés, suivant le temps et les conditions, en combustibles fossiles. Le graphite, l'anthracite, la houille, le lignite n'ont pas d'autre origine.

Les circonstances spéciales capables de permettre la formation de grands dépôts de charbon fossile se sont rencontrées largement dans la période houillère. Elles peuvent se résumer sous les trois chefs suivants :

1° Puissance prodigieuse de la végétation, capable de fournir les matériaux d'une sédimentation active.

2° Accumulation dans les lagunes littorales ou dans les bassins naturels des bois charriés par les eaux.

3° Enfouissement progressif sous l'eau et dans le sol de la masse entière qui, dès lors, se transformera peu à peu. Dans les bassins naturels, étroitement localisés, les couches de combustible acquièrent de grandes épaisseurs, tandis que dans les lagunes littorales, les matériaux plus étendus en surface présentent une épaisseur bien moindre. Le plateau central de la France et le bassin Belge sont des exemples de ces deux formations différentes.

Les plantes qui ont fourni le charbon étaient, pour la plupart, aériennes et non aquatiques; mais c'étaient des plantes de terres basses et facilement inondées. Nous avons cité les principales espèces de cette Flore dans la première partie de notre sujet, à propos de l'étage houiller.

On admet que la formation de la houille a été précédée

d'une désorganisation de la matière végétale, sorte de fermentation tourbeuse qui détruit les tissus en donnant de l'acide ulmique. Cette manière de voir rend compte, jusqu'à un certain point, des différences que les houilles présentent entr'elles, sous le rapport de la quantité de matières volatiles qu'elles renferment.

La transformation de la houille en anthracite peut être le résultat d'un phénomène de métamorphisme, le combustible minéral ayant été en partie distillé sous l'influence de la chaleur produite par le mouvement de dislocation du terrain. Le calcaire anthracifère du carbonifère a pu se former ainsi ; nous parlons de l'anthracite, bien entendu.

Donc, les végétaux, par une fossilisation spéciale, ont pu laisser des traces dans l'écorce terrestre. Des couches se sont ainsi constituées, quelquefois des terrains entiers ont pris naissance.

Par ordre d'ancienneté, c'est le graphite que nous rencontrons le premier ; il est formé de carbone presque pur. On le trouve dans les terrains de transition cristallisés. Nous l'avons signalé sous forme de minces veines dans le Laurentien du Canada, dans le Silurien. En Europe, les gisements sont nombreux, quoique peu importants.

Avec l'anthracite, les dépôts charbonneux deviennent plus conséquents. Dans le Dévonien de l'Amérique du Nord, on trouve des couches d'anthracite graphitique, atteignant 0^m60 d'épaisseur ; mais c'est surtout dans l'étage carbonifère qu'il forme de grands gisements.

En Ecosse, on en trouve une série de couches formant par leur réunion une épaisseur de 16 mètres.

En France, dans le bassin de la Loire, l'anthracite se rencontre dans les grès, en veines disposées en chapelets de 1 à 2 mètres, mais atteignant parfois 4, 5 et même exceptionnellement 8 et 10 mètres. Dans la Sarthe, les gîtes an-

thracifères de la Baconnière renferment des couches de 15 à 20 mètres.

Presque toute la houille de Russie est anthraciteuse.

Enfin, c'est dans l'Amérique du Nord, dans les Etats de Virginie et de Pensylvanie, que la puissance de la formation anthraciteuse est la plus considérable. On y compte au-delà de 13 couches, dont quelques-unes mesurent plus de 1^{m}80 et cela sur une superficie de plus de 50000 kilomètres carrés.

Les épaisseurs les plus fortes se trouvent dans les environs de Pottsville.

Quant à la houille, elle est la caractéristique de tout un étage; elle s'y trouve disposée en série de couches séparées par des lits de grès et d'argile. La formation houillère peut ainsi acquérir une puissance totale considérable. Elle arrive à 3600 mètres en Angleterre, et peut dépasser 5000 mètres dans l'Amérique du Nord.

Dans l'Ancien Continent, la houille est surtout localisée dans la partie occidentale. L'Angleterre est la plus favorisée sous ce rapport. Dans le bassin de la Swensea, l'ensemble des couches constitue une épaisseur de 15 à 16 mètres de houille. A Cardiff, on trouve 75 couches, donnant en tout 25 mètres de combustible. Dans le bassin de Sheffield on en a 13^{m}5, dans le Lancashire 14 mètres.

L'Écosse est très riche en mines. Toutes les couches ont plus de 0^{m}60; dans le Fifeshire, une d'elles atteint 6^{m}30 et une autre, le Great-Seam, se poursuit sur 19 kilomètres, avec une puissance régulière de 2^{m}4.

Dans le bassin de Mons, en Belgique, on compte 156 couches de 0^{m}10 à 1^{m}60. Sur la même verticale, on rencontre jusqu'à 80 de ces couches; on traverse ainsi jusqu'à 50 mètres de charbon. A Saint-Étienne, l'ensemble des assises atteint 40 et 50 mètres; la couche de Montrambert possède 15 à 20 mètres de puissance.

A Rive-de-Gier, on a 10 à 25 mètres de combustible, dont un banc de 8 à 18 mètres.

Enfin, à Decazeville, dans l'Aveyron, existe un banc pouvant aller de 20 mètres à 50 et même jusqu'à 65 mètres.

En Silésie, l'étage complet comprend 104 couches, formant ensemble 154 mètres de charbon. Une de ces couches a 16 mètres. La houille existe encore en Australie.

On a signalé, il n'y a pas deux ans, les gîtes de la Nouvelle-Zélande (île du sud). Les couches y varient de 1m 80 à 16 mètres; elles peuvent être exploitées à une altitude de 250 à 900 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Tout récemment encore, on a signalé les mines du Tonkin sur une étendue de 110 kilomètres de long sur 15 kilomètres de large, entre Dong-Krien et Ké-Bao. A Hon-Gâc, on a une épaisseur de 11 mètres de houille. On a évalué à 5 millions de tonnes la houille exploitable dans notre nouvelle colonie.

Depuis 1882, M. Pinard a signalé des gîsements en Algérie. Comme pour l'anthracite, c'est encore dans l'Amérique du Nord qu'on rencontre les plus grands bancs de houille. Citons ceux de la Nouvelle-Écosse, du Nouveau Brunswick, et enfin ceux des Apalaches. La célèbre couche de Pittsbourg possède une épaisseur régulière de 1 à 3 mètres et s'étend sur près de 70,000 kilomètres carrés.

Les Lignites établissent le passage à la houille. Ils sont noirs ou bruns et présentent fréquemment un aspect fibreux qui révèle leur origine.

On les rencontre dès le Lias du Jurassique, dans le Crétacé, mais c'est surtout dans le tertiaire qu'ils forment des assises notables.

En France, dans le Laonnois et le Soissonnais, les cendres noires ou lignites pyriteux atteignent 4 mètres d'épaisseur.

Dans l'Allemagne du Nord, on trouve des gîsements de

2 à 6 mètres, pouvant acquérir 30 et 50 mètres comme à Zittau. Ils sont constitués presque entièrement par des Conifères cupressinées.

Les marnes à lignites présentent 160 à 180 mètres d'épaisseur dans le Comtat.

A Bovey-Tracey, en Angleterre, les bancs atteignent 60 à 90 mètres.

La Flore qui a fourni ces lignites possède des Fougères, des Laurinées, des Quercus, etc.

Il existe en Transylvanie un gîsement de combustible minéral, intermédiaire entre la houille et le lignite; les diverses couches forment un ensemble de 30 mètres environ.

Les lignites constituent dans l'Amérique du Nord un véritable étage de 1200 mètres de puissance, bien développé dans le bassin du Mississipi et dans la région des montagnes rocheuses. Les formations d'eau douce y dominent.

Enfin, pour terminer ce qui a trait aux végétaux, il nous reste à parler d'une formation végétale que l'on rencontre abondamment dans certaines régions particulières. Ce sont les Tourbières; en bien des points, en effet, elles peuvent être considérées comme affectant le relief terrestre en l'augmentant.

On peut définir les Tourbières, en disant que ce sont des lieux humides ou marécageux, dans lesquels s'accumulent les débris d'un grand nombre de végétations successives, les plus nouvelles vivant sur les anciennes et destinées elles-mêmes à augmenter l'épaisseur de la masse entière.

Protégés par l'eau, tous ces débris se détruisent lentement et se transforment finalement en une sorte de combustible appelé Tourbe, tenant le milieu entre le règne organique et le règne minéral.

Les Tourbières sont des formations absolument contemporaines et différentes des houillères du carbonifère. Les

conditions spéciales de température qui favorisent la formation de la tourbe ne ressemblent en rien à celles qui ont dû présider à l'époque houillère; la nature des plantes est bien différente aussi. Les Sphaignes et d'autres mousses du genre Hypnum, par la propriété qu'elles possèdent d'absorber de grandes quantités d'humidité, sont de puissants auxiliaires de la formation de la tourbe. Ces mousses se détruisent peu à peu par leur base et continuent à vivre par leurs parties supérieures.

Une moyenne de température, comprise entre 6 et 8 degrés au-dessus de 0, est favorable aux Tourbières; cette condition de température limite absolument l'extension de ces formations au-delà de certaines lignes au Nord et au Sud.

Nous n'entrerons pas ici dans le détail des circonstances de formation des diverses tourbières de plaines, de hautes vallées ou de forêts, pas plus que sur la différenciation de leurs caractères particuliers; nous dirons simplement que ces masses végétales, en voie de transformation, peuvent former des couches variant de quelques centimètres à plusieurs mètres d'épaisseur et couvrant en surface depuis quelques mètres carrés jusqu'à plusieurs milliers de kilomètres carrés.

En Europe, l'Irlande est le sol de prédilection des Tourbières; elles y couvrent plus d'un million d'hectares sur des épaisseurs de 7, 10 et 13 mètres.

La Hollande, l'Allemagne du Nord, la Suède et la Russie sont couvertes de Tourbières immenses. Nous en dirons autant pour l'Australie.

Elles atteignent des proportions gigantesques dans la Floride, les Carolines et la Virginie de l'Amérique du Nord.

En France, dans le Jura, les Tourbières mesurent de 8 à 10 kilomètres de long sur 4 à 5 de large. Les Vosges, les Alpes, les Pyrénées en renferment aussi jusque par 1000

mètres d'altitude. On brûle d'assez grandes quantités de tourbe dans la Somme.

Jusqu'à présent, nous avons examiné les animaux et les végétaux au simple point de vue des couches qu'ils ont pu élever par l'accumulation de leurs débris pendant les périodes géologiques. Nous avons vu les animaux, les plus petits surtout, constituer de cette manière des bancs, des terrains entiers ; de leur côté, les végétaux se sont entassés en nombre immense et ont constitué des assises. A ne considérer que ces résultats qui frappent nos regards, le rôle des organismes est déjà fort important ; mais nous en apprécierons la plus grande portée si nous essayons de pénétrer la part intime, individuelle, que ces mêmes organismes ont prise dans la réalisation du but atteint.

Nous savons en effet que les animaux sécrètent eux-mêmes leurs coquilles, leurs carapaces, que les végétaux forment eux-mêmes leurs tissus, et cela par le simple exercice de leurs fonctions vitales. Donc, nous voyons déjà que si les organismes ont laissé des restes capables de former des couches, c'est eux-mêmes qui en ont pour ainsi dire synthétisé les matériaux.

Prenons d'abord les végétaux. Leurs tissus se sont formés aux dépens de l'acide carbonique puisé dans l'atmosphère.

Or, si on suppose que tout le charbon d'origine végétale que l'on rencontre dans les entrailles de la terre soit brûlé et transformé en acide carbonique, on obtient une proportion de ce gaz telle, que l'air serait liquéfié sous sa prodigieuse pression. Comme la composition de l'air atmosphérique n'a pas varié d'une manière bien sensible, comme la quantité d'acide carbonique, si elle a été plus forte jadis, n'a jamais été assez considérable pour que nous en tenions compte dans l'évaluation que nous faisons, tout porte à croire que la soustraction de ce gaz par les végétaux n'a pu se faire que len-

tement et peu à peu. D'un autre côté, cette fixité dans la composition atmosphérique dont nous venons de parler, nous montre clairement que l'acide carbonique pris par les végétaux provenait d'une autre source que celle de l'air, laquelle eût été bien vite épuisée. Aussi, depuis longtemps, a-t-on admis que l'acide carbonique avait dû être amené dans l'atmosphère par les fissures de la croûte terrestre. La pyrosphère est en effet une source permanente d'acide carbonique. Le fer qui s'y trouve en fusion à l'état de fonte décompose les eaux d'infiltration.

L'acide carbonique se forme et se dégage, l'hydrogène s'unit au carbone et on peut voir dans cette combinaison une des causes probables de l'origine des pétroles.

Les végétaux ont donc, à l'époque houillère surtout, dépouillé l'atmosphère d'une proportion d'acide carbonique qui, sans eux, serait allée en croissant et eût fini par rendre la vie animale impossible à la surface du globe. De plus, le carbone, par leur intermédiaire, s'est de nouveau trouvé fixé dans le sol.

Revenons maintenant aux animaux et parlons toujours des plus petits, puisque ce sont eux qui ont fourni les plus grands résultats sédimentaires.

L'acide carbonique dont nous parlions tantôt provenant de la pyrosphère, se dissout dans les eaux souterraines en quantité d'autant plus grande que la pression est plus considérable. Ces eaux ainsi chargées de gaz dissolvent le calcaire de l'intérieur de l'écorce et s'en saturent. Jaillissant dans le fond des mers, ces eaux y apportent le bicarbonate de chaux tout formé et soluble. Grâce à cette dernière propriété, ce bicarbonate risquerait de rester éternellement en dissolution, et par suite de ne jamais se déposer, sans l'intervention opportune d'agents capables de le faire changer d'état. Ces agents ne sont autres que les organismes infé-

rieurs qui absorberont le sel dissous, le décomposeront en l'élaborant et le fixeront dans leur test à l'état de carbonate insoluble, tandis que l'acide carbonique sera rejeté. Tel est le rôle des Mollusques, des Polypiers constructeurs, des Foraminifères, etc.

On sait de même, depuis longtemps, que les roches granitiques qui résistent si bien aux agents destructeurs sont profondément altérées sous l'action soutenue de l'acide carbonique. C'est ainsi que l'orthoclase est transformé en kaolin.

Ces conditions de destruction se trouvent réalisées au sein de la terre; les eaux chargées d'acide carbonique qui traversent les roches siliceuses finissent par les désagréger, et, pendant que les argiles restent, la silice, légèrement soluble, est entraînée dans les mers. Là, les Radiolaires et les Diatomées peuvent la fixer, en formant leurs carapaces et leurs frustules.

Sans que nous nous étendions davantage sur ces considérations, on comprend maintenant quel est le véritable rôle des organismes dans la sédimentation. C'est de leur part une intervention absolument active et nécessaire.

Les boues à Globigérines, les bancs de Radiolaires et de Diatomées que les récents dragages ont signalés dans les Océans sont autant de calcaire, autant de silice dont l'intervention animale a permis le dépôt. On peut en dire autant des bancs de coquilles, des récifs coralliens, de la craie blanche. Sans les animaux, tout le carbonate de chaux qui constitue ces formations serait encore à l'état de dissolution dans les mers.

Nous voyons donc, par ce qui précède (et ce qui nous reste à dire nous servira de conclusion), qu'une grande partie des roches siliceuses et calcaires provient d'une façon plus ou moins directe de matières qui ont fait partie autrefois d'organismes vivants. « La poussière que nous foulons aux

pieds fut jadis vivante », s'écriait Byron au commencement du siècle.

Ch. Lyell a admis depuis longtemps que le calcaire du Laurentien inférieur, qui en quelques endroits n'a pas moins de 600 mètres de puissance, pouvait bien avoir une origine organique. Dans ces conditions, l'*Eozoon canadense*, que l'on trouve dans les couches supérieures, compterait de nombreux ancêtres, l'absence de leurs traces étant d'ailleurs loin d'exclure la possibilité de leur existence. Les actions métamorphiques, en effet, capables de transformer les argiles en schistes cristallisés, les roches siliceuses en opale et quartzite, les matières calcaires en pierres et marbres, suffisent largement, eu égard à l'intensité de leurs actions, pour expliquer la disparition de formes organiques aussi ténues que les Foraminifères et les Diatomées.

De cette façon, comme le dit sir Wyville Thompson, les terrains les plus anciens, comme le Laurentien du Canada et le Cambrien, pourraient bien provenir de l'intervention animale.

Les roches sédimentaires qui les composent auraient subi ultérieurement, sous l'action de la dynamique interne, des modifications intenses dans leur aspect et leur structure.

Enfin, en étendant ainsi le rôle des organismes dans les phénomènes sédimentaires, nous ne faisons que sanctionner, de nos jours, l'idée que Linné exprimait en disant, il y a plus d'un siècle : « *Petrefacta non a calce sed calx a petrefactis. Sic lapides ab animalibus, nec vice versâ; sic rupes saxei non primœvi sed temporis filiæ.* »

Ainsi donc, après avoir été considérés, en principe, comme de simples *jeux de la nature*, des accidents pétrographiques, après avoir été distingués depuis Giraud Soulavie comme pouvant servir à caractériser les divers horizons géologiques, les fossiles ont été envisagés de nos jours avec leur réelle

importance. L'intervention capitale des organismes dans l'édification des terrains s'est trouvée ainsi nettement établie. Suprême résultat, que Byron dans un élan poétique, et Linné, avec la profonde intuition de son génie, avaient pu faire prévoir, mais que la connaissance plus parfaite des phénomènes géologiques et de la structure des organismes microscopiques d'une part, et les derniers dragages méthodiques effectués au fond des Océans par le *Challenger*, le *Travailleur* et le *Talisman* d'autre part, pouvaient seuls confirmer, en lui fournissant les garanties que doit présenter tout fait scientifique.

FIN.

Vu et permis d'imprimer :
Montpellier, le 28 mai 1887
Le Recteur de l'Académie,
Correspondant de l'Institut,
G. CHANCEL.

Vu :
Montpellier, le 28 mai 1887
Le Directeur de l'Ecole,
J.-E. DIACON.

LISTE DES PRÉPARATIONS

Ammoniaque pure.

Oxalate d'ammoniaque.

Acide nitrique pur à 42° B^{é}.

Chlorure de baryum.

Oxyde de mercure par précipitation.

Ether sulfurique pur.

Extrait de saturne.

Fulmicoton.

Acide borique pur.